



⑮ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 101 42 906 A 1**

⑳ Aktenzeichen: 101 42 906.1
㉔ Anmeldetag: 3. 9. 2001
㉕ Offenlegungstag: 20. 3. 2003

㉙ Int. Cl.⁷:
B 09 B 3/00
B 03 B 9/06
C 02 F 11/04
B 03 B 7/00

DE 101 42 906 A 1

⑦① Anmelder:
Hartmann, Rudolf, Gelterkinden, CH

⑦② Vertreter:
WINTER, BRANDL, FÜRNISS, HÜBNER, RÖSS,
KAISER, POLTE, Partnerschaft, 85354 Freising

⑦③ Erfinder:
Widmer, Christian, Binningen, CH; Hartmann,
Rudolf, Gelterkinden, CH

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤④ Verfahren zum Aufbereiten von Restmüll und Restmüllaufbereitungsanlage

⑤⑤ Offenbart sind ein Verfahren zur Aufbereitung von Restmüll und eine Restmüllaufbereitungsanlage, bei der ein organische Bestandteile enthaltender Restmüll in einem Siedereaktor mit einer Auswaschflüssigkeit, vorzugsweise Wasser, biologisch stabilisiert wird. Die Trocknung des Restmülls kann durch Kombination einer Vorwärmungsstufe mit einem Vakuumtrockner erfolgen.

DE 101 42 906 A 1

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Aufbereiten von Restmüll gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1 und eine Restmüllaufbereitungsanlage gemäß dem Oberbegriff des nebengeordneten Patentanspruches 11.

[0002] Die Verwertung von Abfällen wie beispielsweise Hausmüll, gewerblicher Müll, Biomüll, etc. ist im Abfallgesetz vom Gesetzgeber vorgeschrieben und wenn immer möglich einer Abfallentsorgung vorzuziehen. Das Abfallgesetz gilt prinzipiell für jeden Abfallbesitzer sowie für entsorgungspflichtige Körperschaften wie beispielsweise Städte und Reinigungsbetriebe. Im Abfallgesetz und in der Bundesemissionsschutzverordnung (BIMSCHV) ist geregelt, daß die Abfälle derart zu sammeln, transportieren, zwischenzulagern und zu behandeln sind, daß die Möglichkeiten der Abfallverwertung nicht behindert werden. Zur Erfüllung dieser Verwertungspflicht stehen den Kommunen eine stoffliche oder eine energetische Verwertung zur Verfügung.

[0003] Unter stofflicher Verwertung versteht man die Aufbereitung des Abfalls zu einem sekundären Rohstoff, der dann energiewirtschaftlich genutzt wird. D. h. man versteht unter der Herstellung des Ersatzbrennstoffes eine stoffliche Verwertung, die von der direkten Verbrennung des Abfalles zu unterscheiden ist. Die letztgenannte Alternative ist derzeit die am häufigsten angewandte Art der Abfallverwertung. Problematisch bei dieser thermischen Verwertung ist jedoch, daß die vom Gesetzgeber vorgegebenen Grenzwerte, insbesondere im Rauchgas einzuhalten sind, so daß erhebliche anlagentechnische Aufwendungen unternommen werden müssen, um die gesetzlichen Vorgaben zu erfüllen. Des weiteren stehen die herkömmlichen Müllverbrennungsanlagen öffentlich in der Diskussion, so daß in den Kommunen Bestrebungen vorhanden sind, den Abfall einer stofflichen Verwertung zuzuführen.

[0004] In der DE 196 48 731 A1 ist ein Abfallaufbereitungsverfahren beschrieben, bei dem organische Bestandteile einer Abfallfraktion in einem Perkolator ausgewaschen werden und der derart biologisch stabilisierte Rückstand nach einer Trocknung verbrannt wird. Diese Verbrennung erfolgt in einer herkömmlichen Müllverbrennungsanlage, so daß hinsichtlich der Abgabe die gleichen Probleme wie bei der eingangs beschriebenen thermischen Verwertung vorliegen.

[0005] In der DE 198 07 539 ist ein Verfahren zur thermischen Behandlung von Restmüll beschrieben, bei dem aus dem Abfall durch mechanische und biologische Behandlung eine heizwertreiche Fraktion erhalten wird. Diese heizwertreiche Fraktion wird als Ersatzbrennstoff einer Verbrennung einer Anlage zugeführt, die in Energieverbund mit einer energieintensiven Anlage betrieben wird. Alternativ kann dieser Ersatzbrennstoff auch direkt in der energieintensiven Anlage eingesetzt werden. Bei dieser bekannten Lösung erfolgt die biologische Stabilisierung durch einen aeroben Abbau der Organik des aufbereiteten Abfall.

[0006] In der DE 199 09 328 A1 ist ein Verfahren zum Aufbereiten von Restmüll offenbart, bei dem dieser einer aeroben Hydrolyse zugeführt wird. Bei dieser aeroben Hydrolyse wird die biologisch zu stabilisierende Fraktion in einem Reaktor mit Luft und einer Auswaschflüssigkeit (Wasser) beaufschlagt. Durch die Einwirkung des Luftsauerstoffes und die gleichzeitig eingestellte Feuchtigkeit erfolgt eine aerobe, thermophile Erwärmung des Stoffgemisches, so daß die Biozellen aufgebrochen und die freigesetzten organischen Substanzen durch die Waschflüssigkeit abtransportiert werden. In diesem bekannten Reaktor wird das Stoffgemisch mittels eines Förder-/Rührwerkes quer zur Luft und zur Auswaschflüssigkeit durch den Reaktor geführt.

[0007] Diese aerobe Hydrolyse zeigte in ersten Versuchsanlagen exzellente Ergebnisse, wobei sich mit einem vergleichsweise geringem vorrichtungstechnischen Aufwand ein Ersatzbrennstoff herstellen läßt, der nicht eluierbar, nicht atmungsaktiv ist und sich durch einen hohen Heizwert auszeichnet. Dieser Ersatzbrennstoff kann beispielsweise einer Vergasung zugeführt werden, wobei das entstehende Gas anschließend energetisch oder stofflich in Kraftwerken und Zementwerken oder bei der Herstellung von Methanol oder als Reduktionsmittel in Stahlwerken eingesetzt werden kann.

[0008] Bei dem vorbeschriebenen Abfallverwertungsverfahren ist jedoch noch ein erheblicher vorrichtungstechnischer Aufwand zur Durchführung der aeroben Hydrolyse erforderlich, so daß derartige Anlagen zum einen erheblichen Platzbedarf erfordern und zum anderen vergleichsweise teuer sind.

[0009] Demgegenüber liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Aufbereiten von Restmüll und eine Restmüllaufbereitungsanlage zu schaffen, durch die die biologische Stabilisierung des Restmülls mit verringertem verfahrens- und vorrichtungstechnischen Aufwand durchgeführt werden kann.

[0010] Diese Aufgabe wird hinsichtlich des Verfahrens durch die Merkmale des Patentanspruches 1 und hinsichtlich der Restmüllaufbereitungsanlage durch die Merkmale des Patentanspruches 11 gelöst.

[0011] Erfindungsgemäß erfolgt die biologische Stabilisierung des Restmülls in einem Siedereaktor, der etwa im Siedebereich des als Auswaschflüssigkeit zugeführten Wassers betrieben wird.

[0012] Durch diese Betriebsweise des Reaktors läßt sich der Abbau der organischen Zellen durch den biologischen Aufschluß gegenüber den eingangs beschriebenen herkömmlichen Perkulationsverfahren wesentlich beschleunigen, so daß nur noch ein Bruchteil der bisher üblichen Materialdurchlaufzeiten erforderlich ist. Dies ermöglicht es, den Reaktor wesentlich kompakter auszubilden, wobei gemäß ersten Vorversuchen das Reaktorvolumen bei gleichem Durchsatz nur noch etwa 5% eines bisherigen Perkolators beträgt.

[0013] Für den Betrieb des Reaktors im Siedebereich des Wassers oder der Auswaschflüssigkeit stehen mehrere Alternativen zur Verfügung. Gemäß einer Verfahrensvariante kann die Energie zur Erwärmung des Reaktors auf die Siedetemperatur von außen zugeführt werden. Prinzipiell ist es möglich, die bei der Restmüllaufbereitung anfallenden Produkte, beispielsweise Biogas auszunutzen, um den Reaktor auf die Siedetemperatur zu erwärmen. Der Siedepunkt der Auswaschflüssigkeit (Wasser) läßt sich durch Betrieb des Reaktors bei Vakuum absenken, so daß weniger thermische Energie zur Erwärmung des Reaktors zuzuführen ist. Alternativ zur Aussenbeheizung kann auch eine Direktheizung durch Einblasen von Dampf erfolgen.

[0014] Bei einer besonders bevorzugten Verfahrensvariante wird die biologisch stabilisierte Abfallfraktion einer Presse zugeführt, wobei die im Presswasser enthaltenen organischen Bestandteile in einer Biogasanlage umgesetzt werden. Dieses in der Biogasanlage erzeugte Biogas kann dann zum Betreiben des Siedereaktors verwendet werden. Der Wirkungsgrad der Anlage läßt sich weiter verbessern, wenn auch bei der biologischen Stabilisierung im Siedereaktor anfallende, mit Organik beladene Abluft zum Betreiben des Siedereaktors – beispielsweise durch Zufuhr des Biogases und der Abluft zu einem Wärmeenergieerzeuger – verwendet wird.

[0015] Durch diese Kreislaufführung der bei der Abfallaufbereitung anfallenden, mit biologischen Bestandteilen

beladenen Stoffströme können auch härteste Auflagen des Gesetzgebers, wie sie beispielsweise in der 30. BIMSCHV vorgeschrieben sind, mit vergleichsweise geringem Aufwand erfüllt werden, da keine teuren Reinigungsschritte für die Abluft und das anfallende Abwasser nachgeschaltet werden müssen.

[0016] Besonders vorteilhaft ist es, wenn das in der Biogasanlage anfallende Gärwasser als Prozeßwasser zum Siedereaktor zurückgeführt wird, so daß praktisch sämtliche, zur Aufbereitung des Abfalles erforderlichen Prozeßgase und Flüssigkeiten im Kreislauf geführt sind.

[0017] Der Trockensubstanzanteil des biologisch stabilisierten und Entwässerten Abfalles läßt sich noch erheblich erhöhen; wenn sich an ein Pressen des Abfalles ein Trocknungsschritt, vorzugsweise in einem Vakuumtrockner anschließt. Der bei der Vakuumtrocknung anfallende Brüden wird dann – gemäß der zuvor beschriebenen Verfahrensphilosophie – dem Siedereaktor als Prozeßwasser oder einer Vorwärmstufe zum Vorwärmen des dem Siedereaktor zuzuführenden Abfalles zugeführt.

[0018] Durch eine Vorwärmstufe läßt sich die Durchlaufzeit des Abfalles im Siedereaktor weiter verringern, da weniger Energie zugeführt werden muß, um diesen im Siedepunktbereich zu betreiben.

[0019] Diese Vorwärmstufe erfolgt vorzugsweise durch eine aerobe Kompostierung des Abfalles in einem Komposter, wobei die bei der Kompostierung anfallende, mit organischen Bestandteilen beladene Abluft wiederum zum Betreiben des Siedereaktors ausgenutzt werden kann.

[0020] Als besonders geeignet zur Durchführung der Entwässerung durch Pressen hat sich eine Klassierpresse herausgestellt, bei der der Abfall mittels einer Schnecke in Axialrichtung transportiert und komprimiert wird, während Trocknungsluft in Querrichtung geführt wird. Diese Trockenluftströmung wird durch Anlegen einer Druckdifferenz bewirkt, so daß die Trocknungs- oder Preßluft das Trocknungsgut in Radialrichtung durchströmt.

[0021] Als Energieerzeuger zum Beheizen des Reaktors kann beispielsweise ein Brenner, eine Gasturbine oder ein Gasmotor verwendet werden, die mit den vorgenannten Stoffströmen, beispielsweise dem in der Biogasanlage anfallenden Biogas, der im Siedereaktor anfallenden organisch belasteten Abluft oder der beim Entwässern des Abfalls anfallenden Abluft betrieben werden.

[0022] Vorversuche zeigten, daß sich der Trockensubstanzgehalt des Abfalles bereits durch Kombination einer vorbeschriebenen Vorwärmstufe mit einem Vakuumtrockner wesentlich erhöhen kann. Der Anmelder behält sich vor, auf dieses Verfahren, d. h. eine Vorerwärmung des Abfalles und eine Zuführung des vorerwärmten Abfalles in einen Vakuumtrockner eine eigene Patentanmeldung zu richten.

[0023] Sonstige vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der weiteren Unteransprüche.

[0024] Im folgenden werden bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand schematischer Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

[0025] Fig. 1 ein Grundverfahrensschema eines erfindungsgemäßen Verfahrens zum Aufbereiten von Abfall mit einer Kreislaufführung der anfallenden Abluft/Abwasserströme;

[0026] Fig. 2 eine Weiterentwicklung des in Fig. 1 dargestellten Verfahrens, wobei der Entwässerungsschritt auch eine Behandlung in einem Vakuumtrockner enthält;

[0027] Fig. 3 ein nochmals verbessertes Verfahren, bei dem der biologischen Stabilisierung eine Vorwärmstufe vorgeschaltet ist;

[0028] Fig. 4 eine Prinzipdarstellung einer Klassierpresse, wie sie bei den Verfahren gemäß den Fig. 1 bis 3 verwend-

bar ist und

[0029] Fig. 5 ein Verfahren zur Erhöhung des Trockensubstanzanteiles von Abfall.

[0030] Fig. 1 zeigt ein Grundschemata eines erfindungsgemäßen Verfahrens. Demgemäß wird der organisch belastete Restmüll 1, der im Rahmen einer mechanischen Aufbereitung verkleinert, gesiebt und von Störstoffen sowie Metall befreit sein kann, aus einem Bunker zugeführt. Der Trockensubstanzanteil TS eines derartigen organisch belasteten Restmülls oder der mechanisch aufbereiteten Restmüllfraktion beträgt üblicherweise zwischen 45% bis 65%.

[0031] Der Restmüll 1 wird einem Siedereaktor 2 zugeführt. Dieser hat beim dargestellten Ausführungsbeispiel eine Außenheizung 4, über die der Siedereaktor 2 auf eine Temperatur im Bereich des Siedepunktes einer im Verfahren verwendeten Auswaschflüssigkeit, vorzugsweise Wasser gebracht wird. Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel wird Prozeßwasser 6 mit einem vorbestimmten Volumenstrom in den Siedereaktor 2 eingeführt und mittels eines Rührwerkes oder einer gleichwirkenden Homogenisiereinrichtung 8 mit dem Abfall vermischt. Das Prozeßwasser 6 durchströmt den Siedereaktor 2 von oben nach unten und tritt in Wechselwirkung mit dem Organik enthaltenden Restmüll.

[0032] Ein substantieller Anteil dieses Restmülls besteht aus kurzkettigen Verbindungen die meist an der Oberfläche absorbiert sind. Wird diese Oberfläche von dem heißen Prozeßwasser umspült, so werden auch primär nicht lösliche Verbindungen hydrolysiert und ausgewaschen. Die geruchsintensiven Komponenten des Biomülls und die Hydrolyseprodukte sind relativ gut wasserlöslich und können mit der Auswaschflüssigkeit ausgewaschen werden. Mit einer derartigen Perkolation erreicht man eine Reduktion der Organik und eine Desodorierung des Restmülls. Durch den Betrieb des Siedereaktors im Bereich des Siedepunktes des Wassers oder der Auswaschflüssigkeit wird der physikalisch/chemische Effekt der Perkolation durch die Steigerung des bakteriellen Abbaus wesentlich verstärkt. Die Mikroorganismen beginnen in der aeroben Umgebung Exoenzyme auszuschleiden, welche partikuläre polymere Komponenten zu Monomeren spalten und in Lösung bringen. Die organischen Zellen des Stoffgemisches werden aufgebrochen und Zeliwasser freigesetzt. Der verfügbare Kohlenstoff wird zu Kohlendioxid abgebaut und die gelöste und angesäuerte Organik durch die Auswaschflüssigkeit abtransportiert. Es zeigte sich, daß sich durch Verwendung eines Siedereaktors 2 anstelle eines herkömmlichen Perkolators die Durchlaufzeit von etwa zwei Tagen bei herkömmlichen Perkolatoren auf zwei Stunden verringert, so daß der Siedereaktor 2 mit einem wesentlich geringeren Volumen als herkömmliche Perkolatoren ausgebildet werden kann, um den gleichen Durchsatz von Abfall aufzubereiten.

[0033] Der aus dem Siedereaktor 2 austretende, biologisch stabilisierte Restmüll 10 wird dann einer Entwässerung 12 zugeführt. Bei dem in Fig. 1 dargestellten Verfahren erfolgt die Entwässerung 12 mittels einer Klassierpresse 14, die im folgenden noch näher beschrieben wird. Mit dieser Klassierpresse läßt sich der Trockensubstanzgehalt des Restmülls auf einen Wert von etwa 60% bis 70% bringen. Die dargestellte Klassierpresse 14 hat eine Schnecke, über die der biologisch stabilisierte Restmüll 10 verdichtet und in Axialrichtung (nach links in Fig. 1) transportiert wird. Quer zur Transportrichtung des Restmülls wird die Klassierpresse 14 von Preßluft durchströmt und dabei organische Bestandteile ausgetragen. Die mit Organik beladene Preßluft 16 wird dann aus der Klassierpresse 14 abgeführt. Das nach der Entwässerung 12 vorliegende organisch hochbelastete Preßwasser 18 wird einer Biogasanlage 20 zugeführt und dort

aufbereitet. Der biologisch stabilisierte und entwässerte Restmüll 22 hat nach der vorbeschriebenen Behandlung einen Trockensubstanzgehalt TS von zumindest 60% bis 70% und kann dann einer weiteren Aufbereitung, beispielsweise einer Kompaktierung und/oder einer Verarbeitung zu einem Festbrennstoff zugeführt werden.

[0034] In der Biogasanlage 20 wird das organisch hoch belastete Preßwasser 18 in der Biogasanlage (Anaerobfermenter) aufbereitet, wobei bei dieser anaeroben Abwasserbehandlung als Stoffwechselendprodukte Methan und Kohlendioxid und gegebenenfalls in geringen Mengen Schwefelwasserstoff gebildet werden. Dieses als Abbauprodukt erhaltene Biogas 24 wird dann einer Anlage 26 zur Erzeugung von thermischer Energie (Heizmedium) 28 zugeführt. Diese Anlage 26 kann beispielsweise ein Brenner, eine Gasturbine, ein Gasmotor oder ähnliches sein, über den die Außenheizung 4 auf eine Temperatur von etwa 110°C aufheizbar ist, so daß der Siedereaktor 2 im vorbeschriebenen Temperaturbereich betrieben werden kann. Anstelle der in Fig. 1 dargestellten Außenheizung kann durch die Anlage 26 auch thermische Energie 28 in Form von Dampf erzeugt werden, der direkt in das Innere des Siedereaktors eingeblasen wird (Direktbeheizung). Prinzipiell wäre es auch möglich, die thermische Energie 28 vollständig oder zusätzlich von außen zuzuführen; es wird jedoch angestrebt, diese durch Kreislaufführung der Stoffströme zu gewinnen.

[0035] Die im Siedereaktor 2 entstehende organisch beladene Abluft 30 wird ebenfalls der Anlage 26 zur Erzeugung thermischer Energie zugeführt und energetisch in Energie 28 zum Betrieb des Siedereaktors 2 umgesetzt. Entsprechendes gilt für die bei der Entwässerung 12 in der Klassierpresse 14 anfallende, mit Organik befrachtete Preßluft 16.

[0036] Das im Anaerobfermenter (Biogasanlage 20) anfallende Gärwasser 32 wird zumindest zum Teil als Prozeßwasser 6 in den Siedereaktor 2 zurückgeführt, wobei dieses Gärwasser 32 mit Frischwasser vermischt werden kann.

[0037] Das nicht benötigte Überschußwasser 34 wird dann einer Abwasserreinigungsanlage 36 zugeführt und dort je nach geltenden gesetzlichen Vorschriften behandelt oder in die Kanalisation eingeleitet.

[0038] Der wesentliche Vorteil des vorbeschriebenen Verfahrens liegt darin, daß zum einen der Siedereaktor 2 mit einem minimalen Volumen ausgeführt sein kann und daß zum anderen die Energie zum Betreiben des Siedereaktors 2 aus dem Restmüllaufbereitungsprozeß selbst gewonnen wird und zusätzliche Einrichtungen zur Reinigung der Abluft praktisch nicht oder nur in minimalem Umfang erforderlich sind.

[0039] Fig. 2 zeigt eine Weiterentwicklung des in Fig. 1 dargestellten Verfahrens zur Aufbereitung von Restmüll. Ähnlich wie bei dem zuvor beschriebenen Verfahren wird der zu behandelnde Restmüll 1 mit einem Feststoff oder Trockensubstanzgehalt von 50 bis 60 Gewichtsprozent dem Siedereaktor 2 zugeführt und dort unter Zugabe von Prozeßwasser 6 mittels der Homogenisierungseinrichtung (Rührer) 8 vermischt und durch den eingangs beschriebenen Aufschluß biologisch stabilisiert. Wie bereits erwähnt, kann der Siedereaktor über eine Außenheizung 4 oder durch direkte Einspeisung von Dampf 38 in Form eines Autoklaven beheizt werden. Das Heizmedium 28 zum Betrieb der Außenheizung 4 bzw. der Heizdampf 38 werden von der Anlage 26 zur Erzeugung thermischer Energie 28 durch Umsetzung des Biogases 24 aus der Biogasanlage 20 erzeugt. Die Betriebstemperatur des Siedereaktors 2 läßt sich durch Anlegen eines Vakuums mittels einer Vakuumpumpe 40 reduzieren, so daß der Siedepunkt des Prozeßwassers 6 bei einem Druck von 0,9 bar bei ca. 80°C liegt.

[0040] Der durch die Hydrolyse biologisch stabilisierte

Restmüll 10 wird dann der Entwässerung 12 mit der Klassierpresse 14 zugeführt, wobei das mit Organik hoch belastete Preßwasser 18 in der vorbeschriebenen Weise der Biogasanlage 20 zugeführt wird. Nach der Klassierpresse 14 liegt der biologisch stabilisierte Restmüll 22 mit einem Trockensubstanzgehalt TS von etwa 60% bis 70% an. Insofern entspricht das Verfahren demjenigen, wie es in Fig. 1 dargestellt ist.

[0041] Bei der in Fig. 2 gezeigten Variante wird dieser vorgetrocknete, biologisch stabilisierte Restmüll dann in einer weiteren Trocknungsstufe, beispielsweise einem Vakuumtrockner 42 getrocknet. Dieser wird in einem ähnlichen Temperatur- und/oder Druckbereich wie der Siedereaktor 2 betrieben, wobei zur Beheizung das in der Anlage 26 erzeugte Heizmedium 28 verwendet wird. Dem Vakuumtrockner 42 ist eine weitere Vakuumpumpe 44 zugeordnet, über die der zur Trocknung und zur Siedepunktabsenkung erforderliche Unterdruck einstellbar ist.

[0042] Der bei der Vakuumtrocknung anfallende, über die Vakuumpumpe 44 abgezogene Brüden 46 kann gemeinsam mit dem über die Vakuumpumpe 40 aus dem Siedereaktor 2 abgezogenen Brüden 48 dem Prozeßwasser 6 zugeführt werden, so daß auch die über die Vakuumpumpen abgezogenen Stoffströme dem Kreislauf zugeführt werden.

[0043] Nach der Trocknung im Vakuumtrockner 42 liegt der entwässerte Restmüll 50 mit einem Trockensubstanzgehalt TS von etwa 80% bis 90% vor. Dieser kann in der vorbeschriebenen Weise zu einem Ersatzbrennstoff oder einem nicht eluierbaren Deponieprodukt weiterverarbeitet werden.

[0044] In Fig. 3 ist ein weiter vervollständigtes Verfahrensschema dargestellt, gemäß dem der zu behandelnde Restmüll 1 zunächst einer biologischen Vorerwärmung, beispielsweise in einem Boxenkomposter 52 zugeführt wird. In diesem Boxenkomposter 52 wird der Restmüll beispielsweise von dem aus dem Vakuumtrockner 42 über die Vakuumpumpe 44 abgezogenen Brüden 56 und gegebenenfalls von zusätzlich zugeführter Frischluft durchströmt. Durch diese Durchströmung des angefeuchteten Stoffgemisches erfolgt bereits ein erster aerober Abbau des verfügbaren Kohlenstoffes zu Kohlendioxid. Des weiteren wird, ähnlich wie bei der Hydrolyse aufgrund des mikrobiellen Umsatzes das Stoffgemisch erwärmt und dadurch bereits mit Organik und Feuchtigkeit beladene Luft 54 ausgetragen. Diese kann dann – wie in Fig. 3 angedeutet – der Anlage 26 zur Erzeugung thermischer Energie zugeführt werden. Die Vorerwärmung im Boxenkomposter 52 hat den Vorteil, da dem Siedereaktor 2 weniger Energie zugeführt werden muß, um das Prozeßwasser 6 in dem Bereich seiner Siedetemperatur zu erwärmen.

[0045] Der Transport des Restmülls innerhalb der Vorerwärmungsstufe (Boxenkomposter 52) erfolgt bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel durch einen Kratzboden 56. Der bereits entfeuchtete und vorerwärmte Restmüll 58 wird dann über einen Mischer 60 und eine Schleuse 62 dem Siedereaktor 2 zugeführt, dessen Aufbau identisch mit demjenigen aus den vorbeschriebenen Ausführungsbeispielen ist. Im Siedereaktor wird der zugeführte Restmüll 58 biologisch stabilisiert und über eine weitere Schleuse 64 der Klassierpresse 14 zugeführt.

[0046] Eine Fraktion oder der gesamte Stoffstrom des in der Klassierpresse 14 entwässerten Restmülls 22 kann dann dem Vakuumtrockner 42 zugeführt werden, in dem der Trockensubstanzanteil auf einen Wert von TS 80% bis 90% gebracht wird. Der im Vakuumtrockner 42 anfallende Brüden wird – wie bereits erwähnt – zur Vorerwärmung des Restmülls 1 im Boxenkomposter 52 verwendet. Der im Siedereaktor 2 über die Vakuumpumpe 40 abgezogene Brüden wird in einem Kondensator 66 teilweise kondensiert und das

Kondensat **68** über eine Pumpe **70** zum Mischer **60** zurückgeführt und dort zur weiteren Vorerwärmung des Restmülls **58** verwendet. Der nicht kondensierte Anteil des Brüden **48** kann ebenfalls zur Erwärmung des Restmülls im Boxenkomposter **52** verwendet werden.

[0047] Gemäß Fig. 3 wird das in der Klassierpresse **14** anfallende hoch belastete Preßwasser **18** zunächst in einem Sandfang **72** von Faserstoffen und Sand befreit und gewaschen, so daß in dieser Stufe gewaschener Sand **74** abgezogen werden kann. Das Reinigungswasser zur Sandwäsche kann der Abwasserreinigung **36** entnommen werden, so daß auch für diesen Verfahrensschritt keinerlei Frischwasser zugeführt werden muß.

[0048] Die während dieses Aufbereitungsschrittes anfallenden Faserstoffe **76** können – wie in Fig. 3 angedeutet – zurück zum Mischer **60** geführt und dem Siedereaktor **2** nochmals zugeführt werden.

[0049] Das nach der Sandwäsche und der Abtrennung der Faserstoffe **76** vorliegende belastete Prozeßwasser **78** wird dann der Biogasanlage zugeführt und das dabei entstehende Biogas **24** zum Betrieb der Anlage zur Erzeugung thermischer Energie **28** zugeführt. Das anfallende Gärwasser **32** wird dann entweder dem Prozeßwasser **6** beigelegt oder in der Abwasserreinigungsanlage **36** aufbereitet. Das zurückgeführte Gärwasser **32** kann in einem Wärmetauscher von der Betriebstemperatur der Biogasanlage (etwa 55°C) auf die Vorwärmtemperatur von etwa 80°C erwärmt werden. Der Wärmeaustausch erfolgt dabei mit einem Wärmemedium **80**, das über die Anlage **26** zur Erzeugung von thermischer Energie **28** auf seine Arbeitstemperatur gebracht wird. Im übrigen entspricht das in Fig. 3 dargestellte Verfahrensschema demjenigen aus Fig. 2, so daß weitere Erläuterungen entbehrlich sind.

[0050] Selbstverständlich kann auch bei den in den Fig. 2 und 3 dargestellten Ausführungsbeispielen die bei der Siedeperkolation **2** anfallende Abluft **30** ähnlich wie bei dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel energetisch in der Anlage **26** zur Erzeugung thermischer Energie umgesetzt werden, um den Siedereaktor **2** zu beheizen.

[0051] Fig. 4 zeigt eine schematische Darstellung einer Klassierpresse **14**, wie sie bei der zuvor beschriebenen Entwässerung des biologisch stabilisierten Restmülls **10** verwendet werden kann.

[0052] Diese Klassierpresse **14** hat eine Schnecke **82**, über die der Restmüll **10** in einen Einzugs- und Verdichtungsraum eingezo-gen wird. Die Schnecke **82** umgreift ein Zentralrohr **86**, das an seinem in Fig. 4 linken Endabschnitt mit Austrittsdüsen **88** versehen ist.

[0053] Im Bereich dieser Austrittsdüsen **88** ist ein Gehäuse **90** der Klassierpresse **14** mit einem Siebkorb **92** ausgebildet, über den der Einzugs-/Verdichtungsraum **84** von einem Abzugsraum **94** getrennt ist. Dieser Abzugsraum **94** ist an eine Vakuumpumpe **96** angeschlossen. Das Zentralrohr **86** kann mit der Schnecke **82** umlaufen oder gegenüber dieser stillstehend im Gehäuse **90** gelagert sein.

[0054] An dem vom Einzug **84** entfernten Endabschnitt des Gehäuses **90** ist eine Staudruckeinrichtung **98** ausgebildet, über die ein Gegendruck oder Staudruck für den zu entwässernden Restmüll innerhalb des Gehäuses **90** veränderbar ist.

[0055] Zur Entwässerung des Restmülls **10** wird über das Zentralrohr Druckluft **100** zugeführt. Diese tritt durch die Austrittsdüsen **88** aus und durchströmt den durch die Schnecke **82** geförderten Restmüll **10** in Radialrichtung des Gehäuses **90**. Dieses Querströmung wird durch den über die Vakuumpumpe **96** im Abzugsraum **94** anliegenden Unterdruck unterstützt.

[0056] Durch diese Querstromführung erfolgt eine äußerst

gute und intensive Durchströmung des Restmülls **10** mit Preßluft **100**, so daß eine Entfeuchtung und Erwärmung des Restmülls stattfindet. Das über die Preßluft **100** ausgetragene Wasser wird in einem Kondensator **102** kondensiert und das anfallende hochbelastete Preßwasser **18** – wie in den vorbeschriebenen Verfahrensschemata gezeigt – der Biogasanlage **20** oder einer Sandwäsche zugeführt. Die über die Vakuumpumpe **96** abgezogene organisch beladene Preßluft **16** kann dann gemeinsam mit der im Siedereaktor **2** anfallenden Abluft der Anlage **26** zur Erzeugung thermischer Energie zugeführt werden.

[0057] Fig. 5 zeigt schließlich ein Verfahrensprinzip, das die Entfeuchtung des Restmülls **1** mit minimalem Aufwand ermöglicht. Gemäß diesem Verfahrensschema wird der aufzubereitende Restmüll mit einem Trockensubstanzgehalt TS von 40% bis 60% zunächst einer Vorerwärmungsstufe beispielsweise dem in Fig. 3 dargestellten Boxenkomposter **52** zugeführt und tritt dabei in Wechselwirkung mit über ein Gebläse **104** zugeführter Frischluft **106**. Durch die eingangs beschriebene aerobe Trocknung wird der Restmüll auf ca. 70°C erwärmt und entfeuchtet. Die mit Organik beladene Abluft **54** kann dann wiederum in der Anlage **26** zur Erzeugung thermischer Energie umgesetzt werden.

[0058] Der entfeuchtete und vorerwärmte Restmüll **58** wird dann einem Vakuumtrockner **42** zugeführt, wie er beispielsweise anhand der Fig. 2 und 3 beschrieben ist. Dieser Vakuumtrockner **42** wird über die Anlage **26** auf seine Betriebstemperatur von etwa 80°C und über die Vakuumpumpe **44** auf den entsprechenden Unterdruck von etwa 0,9 bar gebracht. Der Aufbau des Vakuumtrockners **42** entspricht dem in den Fig. 2 und 3 dargestellten Ausführungsbeispielen, so daß weitere Erläuterungen entbehrlich sind. Der über die Vakuumpumpe **44** abgezogene Brüden **46** wird dann vorzugsweise zur Erwärmung des Restmülls **1** im Boxenkomposter **52** verwendet.

[0059] Durch eine derartige Verfahrensführung läßt sich der Trockensubstanzgehalt TS des Restmülls bei bestimmten Betriebsbedingungen auf etwa 90% erhöhen.

[0060] Der Restmüll kann zwischen dem Komposter **52** und dem Siedereaktor **2** bzw. zwischen der Klassierpresse **14** und dem Vakuumtrockner **42** über einen Wärmetauscher durch Wechselwirkung mit dem in Siedereaktor **2** bzw. im Vakuumtrockner anfallenden Brüden vorerwärmt werden.

[0061] Offenbart sind ein Verfahren zur Aufbereitung von Restmüll und eine Restmüllaufbereitungsanlage, bei der ein organische Bestandteile enthaltender Restmüll in einem Siedereaktor mit einer Auswaschflüssigkeit, vorzugsweise Wasser biologisch stabilisiert wird. Die Trocknung des Restmülls kann durch Kombination einer Vorerwärmungsstufe mit einem Vakuumtrockner erfolgen.

Bezugszeichenliste

- 1 Restmüll
- 2 Siedereaktor
- 4 Außenheizung
- 6 Prozeßwasser
- 8 Rührer
- 10 biologisch stabilisierter Restmüll
- 12 Entwässerung
- 14 Klassierpresse
- 16 Preßluft
- 18 hoch belastetes Prozeßwasser
- 20 Biogasanlage
- 22 Restmüll
- 24 Biogas
- 26 Anlage
- 28 thermische Energie

30 Abluft
 32 Gärwasser
 34 Überschußwasser
 36 Abwasserreinigungsanlage
 38 Dampf
 40 Vakuumpumpe
 42 Vakuumtrockner
 44 weitere Vakuumpumpe
 46 Brüden (Vakuumtrockner)
 48 Brüden (Siedereaktor)
 50 entwässerter Restmüll
 52 Boxenkomposter
 54 Luft
 56 Kratzboden
 58 vorerwärmter Restmüll
 60 Mischer
 62 Schleuse
 64 weitere Schleuse
 66 Kondensator
 68 Kondensat
 70 Pumpe
 72 Sandfang
 74 Sand
 76 Faserstoff
 78 Wärmetauscher
 80 Wärmedium
 82 Schnecke
 84 Einzugs-/Verdichtungsraum
 86 Zentralrohr
 88 Austrittsdüsen
 90 Gehäuse
 92 Siebkorb
 94 Abzugsraum
 96 Vakuumpumpe
 98 Staudruckeinrichtung
 100 Preßluft
 102 Kondensator
 104 Gebläse

Patentansprüche

1. Verfahren zum Aufbereiten von Restmüll, wobei organische Bestandteile des Restmülls in einem Reaktor durch Zuführen von Wasser ausgewaschen werden und die derart biologisch stabilisierte Abfallfraktion einem Trocknungs- oder Entwässerungsschritt zugeführt wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Reaktor (2) als Siedereaktor (2) im Siedebereich des Wassers betrieben wird.
2. Verfahren nach Patentanspruch 1, wobei der Siedereaktor (2) beheizt ist und/oder unter Vakuum betrieben wird.
3. Verfahren nach Patentanspruch 1 oder 2, wobei die Entwässerung ein Pressen des biologisch stabilisierten Abfalls beinhaltet, wobei das Organik enthaltende Preßwasser einer Biogasanlage (20) zugeführt wird.
4. Verfahren nach Patentanspruch 3, wobei das in der Biogasanlage (20) erzeugte Biogas (24) und/oder die im Siedereaktor (2) anfallende, mit Organik beladene Abluft energetisch zum Betreiben des Siedereaktors (2) oder Vorerwärmen des Restmülls ausgenutzt wird.
5. Verfahren nach Patentanspruch 3 oder 4, wobei das in der Biogasanlage (20) anfallende Gärwasser (32) als Prozeßwasser (6) zum Siedereaktor (2) zurückgeführt wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei die Entwässerung einen Trocknungsschritt in einem Vakuumtrockner (52) beinhaltet, und

der bei der Vakuumtrocknung anfallende Brüden (46) dem Siedereaktor (2) als Prozeßwasser (6) oder einer Vorwärmstufe (42) zugeführt wird.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei der Restmüll vor der biologischen Stabilisierung im Siedereaktor (2) einer Vorwärmstufe (42) zugeführt wird.

8. Verfahren nach Patentanspruch 7, wobei die Vorwärmstufe eine aerobe Kompostierung in einem Komposter (52) enthält.

9. Verfahren nach Patentanspruch 7 oder 8, wobei die bei der Vorwärmung anfallende Abluft (54) energetisch zum Betreiben des Siedereaktors (2) ausgenutzt wird.

10. Verfahren nach Patentanspruch 4, wobei das in der Biogasanlage (20) anfallende Biogas (24) zur Erzeugung thermischer Energie (28) verwendet wird, die zur Außenbeheizung des Siedereaktors (2) oder zur Erzeugung von Dampf (38) zur Direktbeheizung des Siedereaktors (2) verwendet wird.

11. Restmüllaufbereitungsanlage, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Patentansprüche mit, einem Reaktor zur biologischen Stabilisierung des Abfalls, dem zum Auswaschen biologischer Bestandteile Prozeßwasser zugeführt wird und mit einer Trocknungseinrichtung zum Erhöhen des Trockensubstanzgehaltes des biologisch stabilisierten Abfalls, dadurch gekennzeichnet, daß der Reaktor ein Siedereaktor (2) ist, der mittelbar oder unmittelbar auf die Siedetemperatur des Prozeßwassers (6) erwärmbar ist.

12. Abfallaufbereitungsanlage nach Patentanspruch 11, wobei dem Siedereaktor (2) zur Beheizung eine Anlage (26) zur Erzeugung thermischer Energie (28) zugeordnet ist, über die eine Oberflächenheizung (4) des Siedereaktors (2) betreibbar oder Dampf (38) zum Einspeisen in den Siedereaktor (2) erzeugbar ist.

13. Abfallaufbereitungsanlage nach Patentanspruch 11 oder 12, wobei der Siedereaktor (2) unter Vakuum betrieben ist.

14. Abfallaufbereitungsanlage nach Patentanspruch 12, wobei die Trocknungseinrichtung eine Klassierpresse (14) mit einer Schnecke (82) hat, über die der Abfall in Achsrichtung transportiert und komprimierbar ist und der Preßluft (100) zugeführt und mit Organik und Feuchtigkeit beladene Preßluft abführbar ist.

15. Abfallaufbereitungsanlage nach Patentanspruch 14, wobei die Preßluft etwa quer zur Achsrichtung geführt und mit Unterdruck abführbar ist.

16. Abfallaufbereitungsanlage nach Patentanspruch 11 und 14, wobei der Trocknungseinrichtung (14) eine Biogasanlage (20) nachgeschaltet ist, der das bei der Trocknung anfallende, beladene Preßwasser (18) zuführbar ist und der eine Anlage (26) zur Erzeugung thermischer Energie (28) nachgeschaltet ist, die mit dem Biogas (24) betreibbar ist, über die der Siedereaktor (2) auf Siedetemperatur erwärmbar ist.

17. Abfallaufbereitungsanlage nach einem der Patentansprüche 11 bis 16, wobei dem Siedereaktor (2) eine Vorwärmstufe, vorzugsweise ein aerob betriebener Komposter (52) vorgeschaltet ist.

18. Abfallaufbereitungsanlage nach Patentanspruch 11 oder 14, wobei die Trocknungseinrichtung einen Vakuumtrockner (42) hat, dessen Brüden (46) dem Prozeßwasser (6) oder einer Vorwärmeinrichtung (42) zum Vorerwärmen des Restmülls zuführbar ist.

19. Abfallaufbereitungsanlage nach Patentanspruch 12, wobei die Anlage (26) zur Erzeugung thermischer Energie einen Brenner, eine Gasturbine oder einen

Gasmotor hat.

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

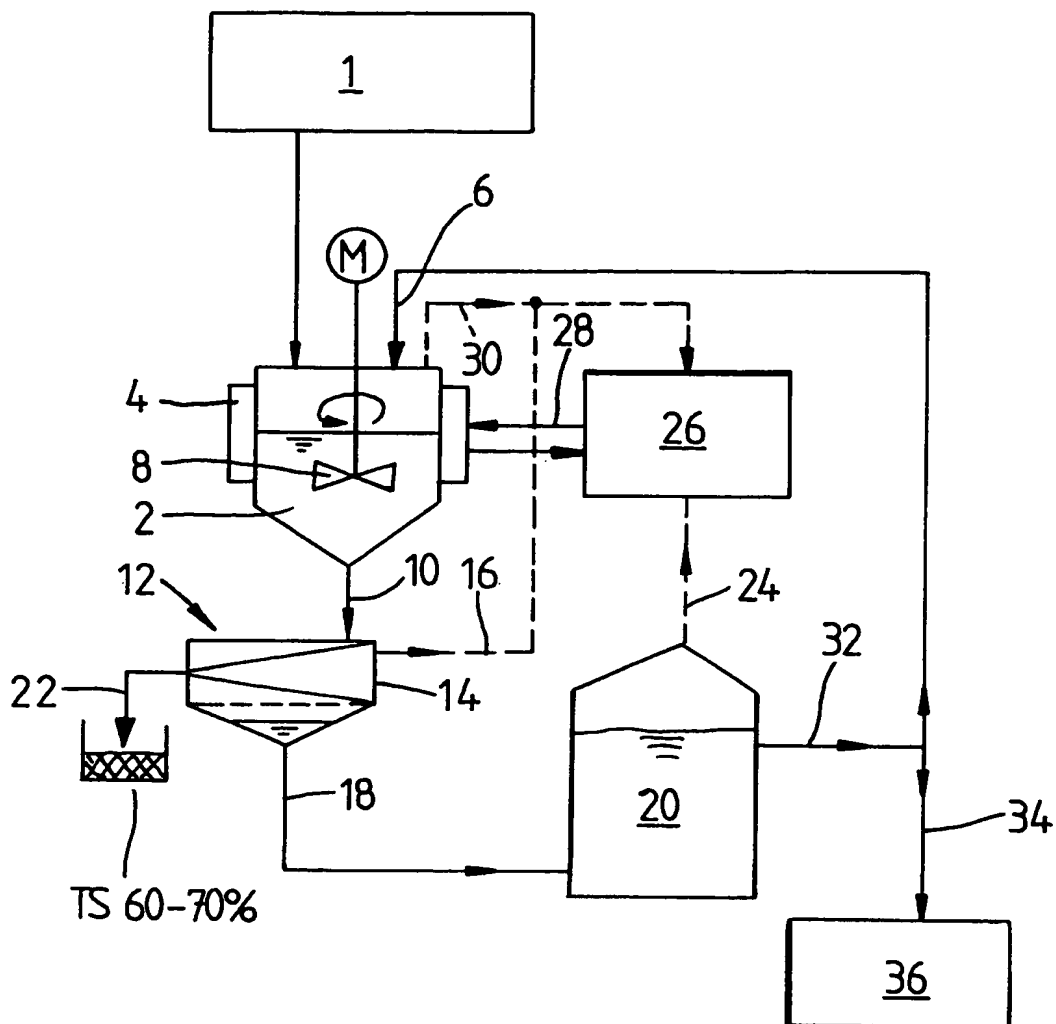


Fig. 1

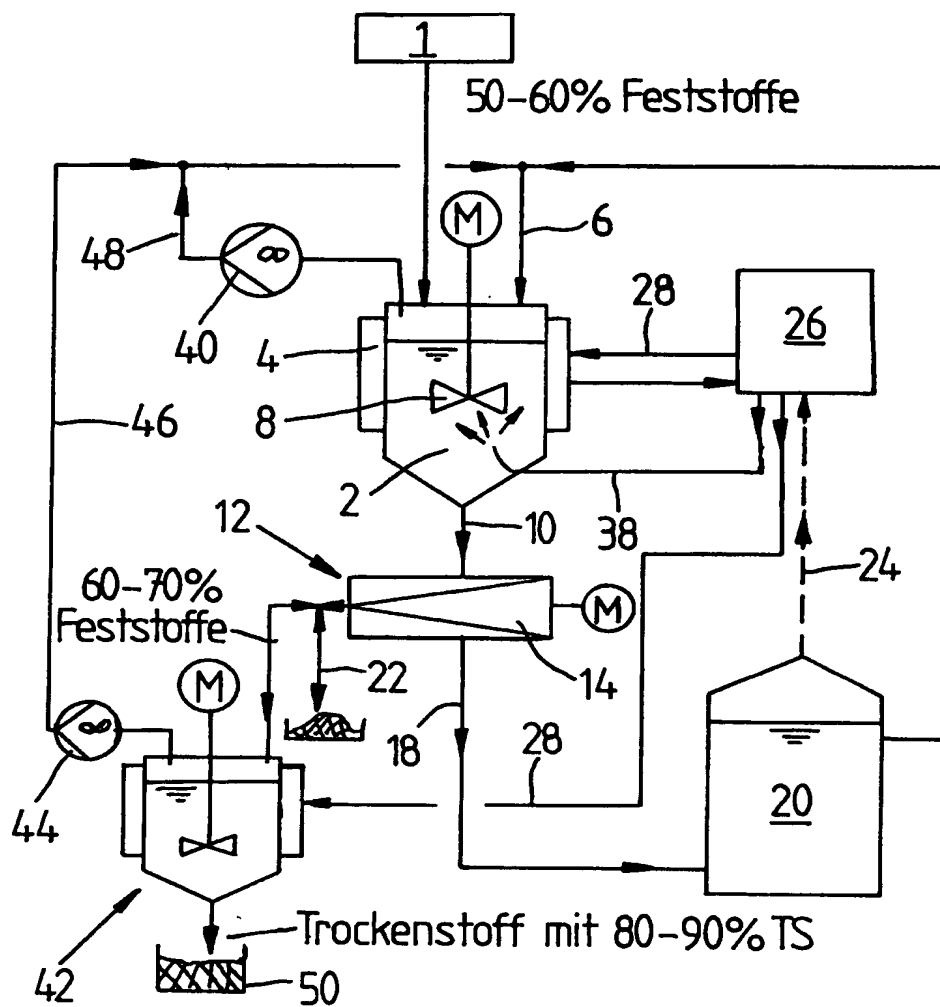
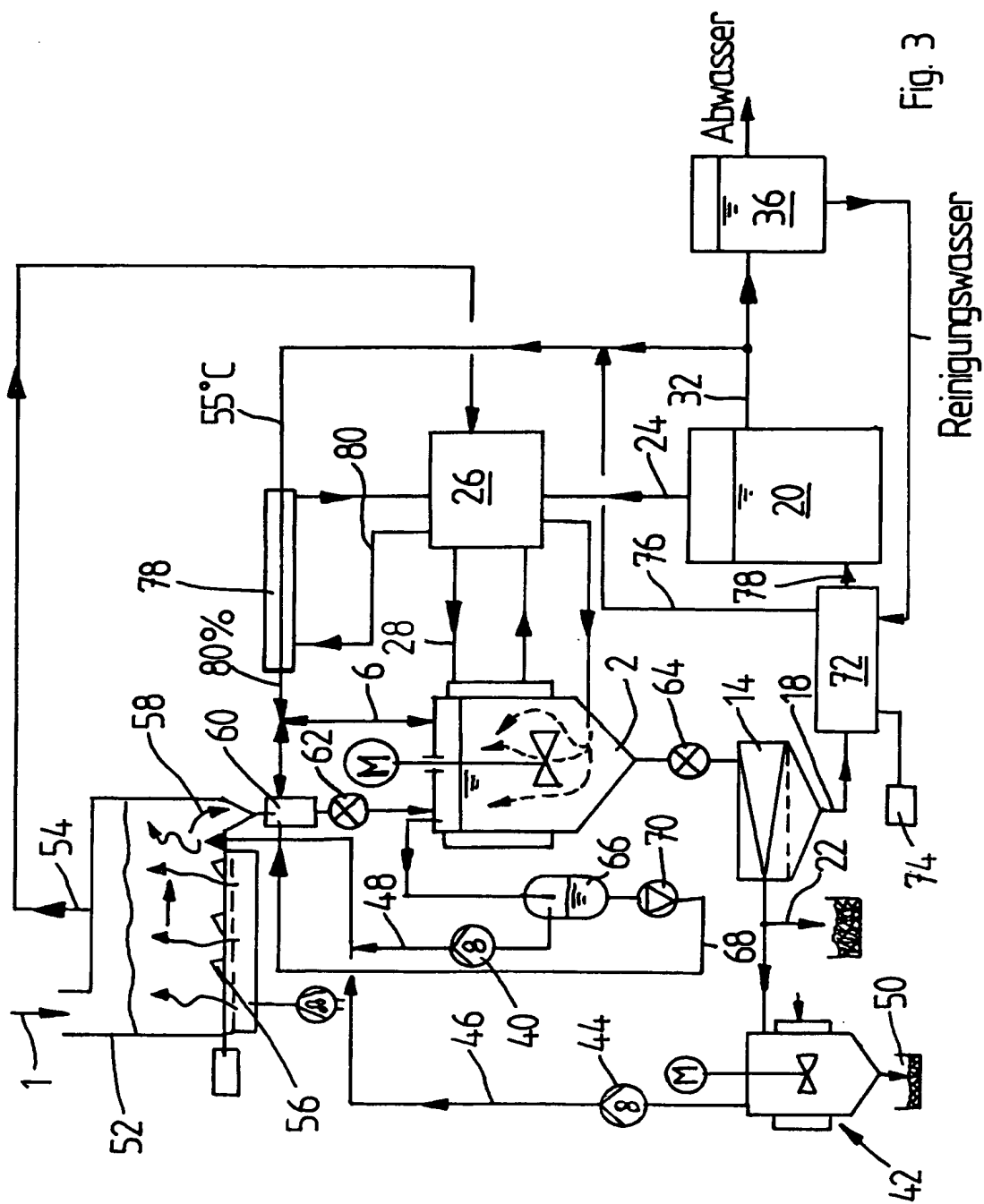


Fig. 2



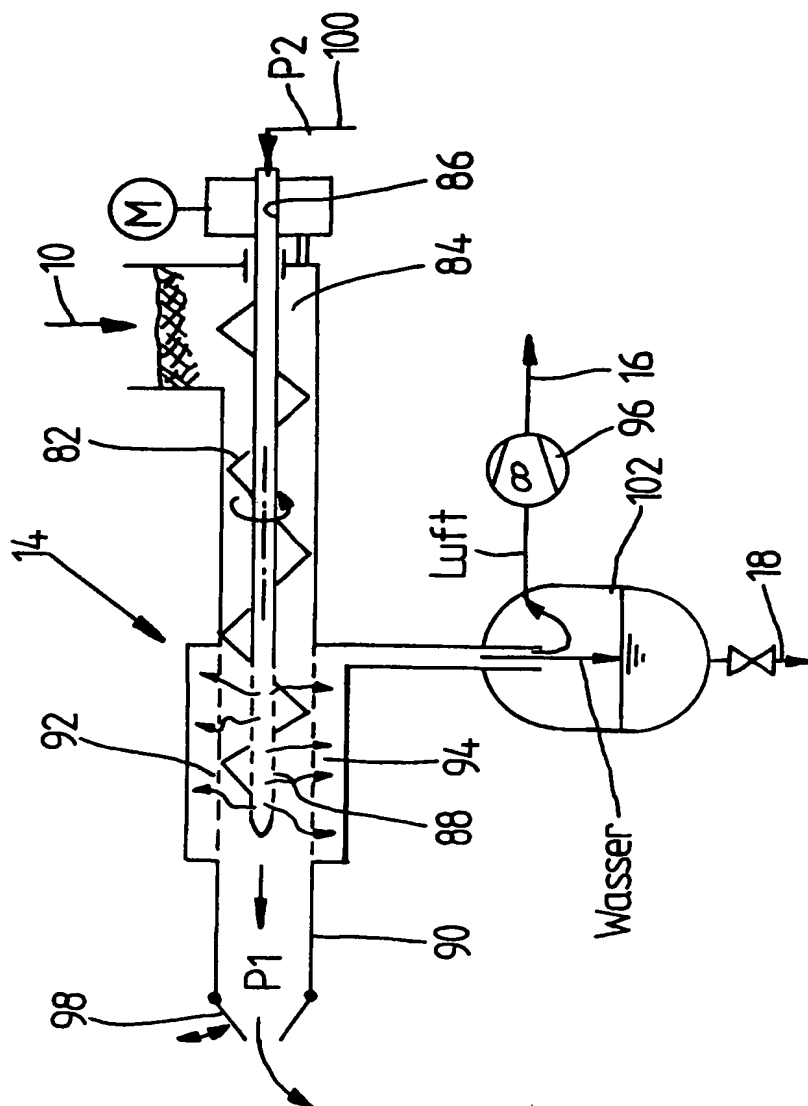


Fig. 4

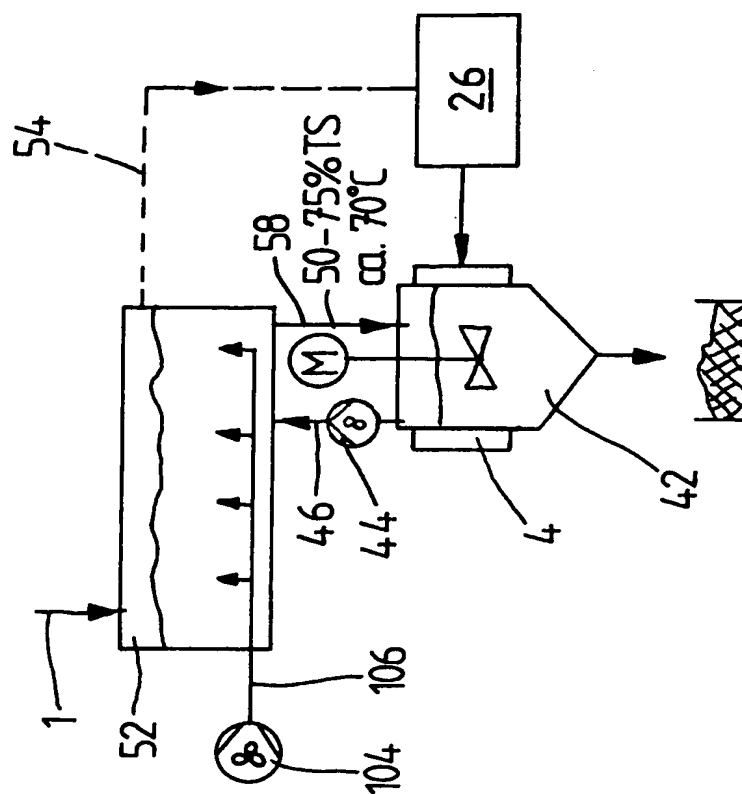


Fig.5